

**METHOD AND APPARATUS FOR PRODUCING LIGHTWEIGHT  
SOLIDIFIED MATERIAL, PIPE-TYPE MIXER APPARATUS,  
APPARATUS FOR PRODUCING SOLIDIFYING MATERIAL,  
AND GRAVITY ADJUSTING APPARATUS**

**Inventors: Shohei Chida  
Kazuhiro Watanabe  
Naofumi Matsukuma**

**Atty. Docket: 3335-00012**

**Address For Correspondence:**

**ANDRUS, SCEALES, STARKE & SAWALL, LLP  
100 East Wisconsin Avenue, Suite 1100  
Milwaukee, WI 53202  
Phone: (414) 271-7590  
Fax: (414) 271-5770**

【明細書】

【発明の名称】 軽量固化材料の製造方法および装置、管路型ミキサー装置、固化材製造装置、ならびに比重調整装置

【発明の詳細な説明】

【発明の属する技術分野】

本発明は、管路型ミキサー装置ならびに軽量土質材料の製造方法に関する。

【従来の技術】

例えば浚渫工事において発生する浚渫泥土は、一般に含水比が高く、処分地に投棄してもその土が地盤としての十分な強度を発現するまでには多くの年月を要する。この問題点に鑑み、本発明者は、これまでに、泥土を搬送管内で固化材と連続的に混合する処理方法を各種提案してきた。具体的には、特開昭59-179197号公報、特開平3-77893号公報、特開平9-158245号公報、特開2000-54428号公報に開示されているものが、これに該当する。またこれに使用する管路型ミキサー（管路内混合装置）については、特開2001-79827号公報に開示されたものも提案した。

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、上記先行例には下記の問題点があった。

(イ) 近年の処分地の減少等により、上記浚渫泥土のような含水流動性廃棄物を再利用することが望まれているなか、上記先行例のように単に固化材を添加しただけでは、機能性や付加価値が乏しく、近年の高度な土木技術においては利用され難い面もあった。

(ロ) 上記先行例は管路型ミキサーによる連続固化材添加処理を行うものである。しかし、上記先行例の管路型ミキサーは、混合比の安定性という点で問題を残していた。

(ハ) 上記先行例のような固化材添加処理においては、セメント等の粉粒体固化材を泥土等に直接添加しても良いが、予め水等の液体と混合してセメントミルク等の固化材を製造し、これを泥土等に添加することも可能である。そして、特に後者の場合において浚渫泥土処理のように大量処理を行うには、大量の固化材を連続的に供給する必要がある。

ただし、固化材は経時的に固化するため作り置きがきかないため、現場で固化材を連続的に製造し供給するのが望ましく、さらにこの場合、粉粒体固化材と液体とを連続的に合流させるほうが望ましいことはいうまでもない。

しかし、粉粒体固化材と液体とを連続的に合流させるのは、粉粒体固化材が水分に付着して固結し易く、通路や容器内面への固化材の付着およびそれによる閉塞が懸念されるため、非常に困難なことであった。

(二) 泥土等の含水廃棄物に固化材を添加する場合、その配合が固化特性を左右する。そのため、先行例では加水により泥土の比重を調整することを提案した。しかし、加水だけでは含水比が高い場合に対応できない。そのため、広範な含水比の含水物を確実に比重調整可能な技術が望まれた。

そこで本発明の主たる課題は、含水流動性廃棄物などの再利用に有効な技術を提供することにある。他の課題は、安定した比率での混合が可能な管路型ミキサーを提供することにある。別の課題は、泥土や泥水から均質な軽量土質材料を製造する固化材供給装置を提供することにある。さらに他の課題は、広範な含水比の含水物を確実に比重調整できる比重調整装置を提供することにある。

#### 【課題を解決するための手段】

##### <請求項 1 記載の発明>

混合管路と、混合管路内に同軸的に軸支された軸部材と、軸部材の外面に、上流側から順に並設されたスクリュー羽根および攪拌翼と、軸部材の回転駆動手段と、前記軸部材における攪拌翼と対応する部位に設けられた、少なくとも一つの添加材供給口とを備え、混合管路内に供給される流動材料を、回転駆動されるスクリュー羽根を経て添加材供給口側へ移送した後、この流動材料に前記添加材供給口から添加材を供給し、これら流動材料と添加材とを回転駆動される攪拌翼により攪拌混合するように構成した管路型ミキサーを用い、

水分及び固形分を含む流動性原料を仕向け先へ移送しながら軽量固化材料へ変化させる方法であって、

(A) 前記流動性原料を、水分の追加または除去により比重調整する工程と、

(B) 前記比重調整した流動性原料を、前記管路型ミキサーが少なくとも一つ介在する管路により構成された移送路を介して連続的に移送するとともに、

(B 1) 前記移送路の途中に介在された管路型ミキサーにより、前記移送過程の流動性原料に対し、添加剤として固化材を添加混合する固化材添加工程と、

(B 2) 前記固化材添加工程における管路型ミキサーよりも下流に介在された別の管路型ミキサーにより、前記固化材を添加した流動性原料に添加材として軽量化材を添加混合するか；あるいは前記固化材添加工程における管路型ミキサーの別の添加材供給口から軽量化材を供給し、前記固化材を添加した流動性原料に軽量化材を添加混合する軽量化材添加工程と、

を含むことを特徴とする軽量固化材料の製造方法。

(作用効果)

かかる製造方法によれば、水分及び固形分を含む流動性原料（建設現場発生泥土または泥水等）を、現場で且つその管路搬送過程で円滑に軽量固化材料とすることができる。特筆すべきことに、気泡や発泡ビーズ等の軽量化材は泥土等の高含水流動材料との均質な混合が困難なものであるが、管路型ミキサーのように狭く細長いスペース内を流通する流動材料に対して、軸部材に伴って回転する供給口から軽量化材を回転供給しつつ攪拌混合すると、当初の予想よりも遥かに均一な混合が可能となることが確認された。

<請求項 2 記載の発明>

前記移送路における前記固化材添加を行う管路型ミキサーよりも上流側に圧送ポンプを介在させ、この圧送ポンプの圧力を利用して前記比重調整した流動性原料を、管路型ミキサーを通過させつつ各添加材の添加混合を行う、請求項 1 記載の軽量固化材料の製造方法。

(作用効果)

このように、流動材料の移送を行うポンプの圧送圧を利用して管路型ミキサーによる攪拌混合位置を通過させることで、非常に簡素かつ省エネルギーなシステムを構成できる。この構成および利点は、いうまでもなく、後述する管路型ミキサーの原理を採用したことによるものである。

<請求項 3 記載の発明>

混合管路と、混合管路内に同軸的に軸支された軸部材と、軸部材の外面に、上流側から順に並設されたスクリー羽根および攪拌翼と、軸部材の回転駆動手段と

、前記軸部材における攪拌翼と対応する部位に設けられた、少なくとも一つの添加材供給口とを備え、混合管路内に供給される流動材料を、回転駆動されるスクリー羽根を経て添加材供給口側へ移送した後、この流動材料に前記添加材供給口から添加材を供給し、これら流動材料と添加材とを回転駆動される攪拌翼により攪拌混合するように構成した管路型ミキサーを用い、

水分及び固形分を含む流動性原料を仕向け先へ移送しながら軽量固化材料へ変化させる装置であって、

(a) 前記流動性原料を、水分の追加または除去により比重調整する手段と、

(b) 前記比重調整した流動性原料を、前記管路型ミキサーが少なくとも一つ介在する管路により構成された移送路を介して連続的に移送するように構成するとともに；

(b 1) 前記移送路の途中に介在された管路型ミキサーにより、前記移送過程の流動性原料に対し、添加剤として固化材を添加混合するように構成し、かつ

(b 2) 前記固化材添加工程における管路型ミキサーよりも下流に介在された別の管路型ミキサーにより、前記固化材を添加した流動性原料に添加材として軽量化材を添加混合するか；あるいは前記固化材添加工程における管路型ミキサーの別の添加材供給口から軽量化材を供給し、前記固化材を添加した流動性原料に軽量化材を添加混合するように構成した、

ことを特徴とする軽量固化材料の製造装置。

(作用効果)

請求項 1 記載の発明と同様の作用効果が奏せられる。

<請求項 4 記載の発明>

第 1 流動材料が圧送供給される上流側供給部および混合物が排出される下流側排出部を有する混合管路と、

混合管路内に同軸的に軸支された軸部材と、

軸部材の外面に、上流側から順に並設されたスクリー羽根および攪拌翼と、  
軸部材の回転駆動手段と、

前記軸部材における攪拌翼と対応する部位に設けられた、第 2 流動材料の供給口と、を備えた管路型ミキサー装置であって、

混合管路内に供給される第1流動材料を、回転駆動されるスクリー羽根により整流した後、この第1流動材料に前記軸部材の供給口から第2流動材料を供給し、これら第1流動材料と第2流動材料とを回転駆動される攪拌翼により攪拌混合し、この攪拌混合物を前記排出部を介して排出するように構成した、

ことを特徴とする管路型ミキサー装置。

(作用効果)

本発明の管路型ミキサー装置は、第1流動材料の脈動（経時的量変動）を考慮したものである。ピストンポンプ等により第1流動材料を供給する場合がこれに該当する。このように第1流動材料が脈動をもって圧送供給された場合、これをそのまま第2流動材料と混合すると混合比を安定させることができない。前述の先行例にはこの観点がない。

しかるに本発明装置においては、第1流動材料をスクリー羽根により整流し、実質的に連続定量の流れに変えた後に第2流動材料と混合する。すなわち、スクリー羽根により材料を移送する場合、入側の材料供給量が変動しても、この変動はスクリー羽根の定量押し作用により打ち消され、出側には殆ど影響しない。本発明はこれを利用して第1流動材料の脈動をなくすものである。したがって、本発明では、安定した比率で第1及び第2流動材料の混合が可能となるのである。

なお、スクリー羽根を設ける点は前述の従来例にも開示があるが、スクリー羽根を単に設けただけではこのような整流作用は発揮されない。本発明の整流作用を発揮させるための具体的手段は、第1流動材料の供給態様に応じて種々考えられるため一概にいうことはできないが、代表的なものとしては次述の請求項5記載のものを提案する。

<請求項5記載の発明>

前記スクリー羽根による単位時間あたりの整流可能量が、第1流動材料の単位時間あたりの供給量以上となるように構成された、請求項4記載の管路型ミキサー装置。

(作用効果)

混合管路内への第1流動材料の供給に際して圧送を採用する場合、スクリー

羽根による整流可能量（すなわち供給側における脈動の影響がスクリーにより十分に打ち消されるような第1流動材料の供給量）を超えて第1流動材料が供給されると、その超過量が混合比の変動分となる。したがって、本請求項2記載のように、スクリー羽根による単位時間あたりの整流可能量が、第1流動材料の単位時間あたりの供給量以上となるように構成するのが望ましい。

#### ＜請求項6記載の発明＞

第1流動材料が非圧送状態で供給される上流側供給部および混合物が排出される下流側排出部を有する混合管路と、

混合管路内に同軸的に軸支された軸部材と、

軸部材の外面に、上流側から順に並設されたスクリー羽根および攪拌翼と、  
軸部材の回転駆動手段と、

前記軸部材における攪拌翼と対応する部位に設けられた、第2流動材料の供給口と、を備えた管路型ミキサー装置であって、

前記スクリー羽根は、その押出し作用によって前記混合管路内に供給される第1流動材料を前記排出部へ移送し排出するものであり、

スクリー羽根による単位時間あたりの押出量が、第1流動材料の単位時間あたりの供給量以上となるように構成された、請求項4記載の管路型ミキサー装置

。

#### （作用効果）

本発明は、混合管路内に対して第1流動材料が圧送供給される形態のみならず、非圧送状態で供給される形態をも対象としたものである。例えば材料ホッパから流動材料を切り出して混合管路内に落下供給する場合がこれに該当する。この場合、スクリー羽根による単位時間あたりの押出量が第1流動材料の単位時間あたりの供給量未満であると、供給された第1流動材料をスクリー羽根の下流側部分に安定・確実に送り込み、当該部分に第1流動材料、第2流動材料およびその混合物を充填させることができず、安定した比率での混合が困難である。

しかるに、本請求項6記載の発明に従って、スクリー羽根による単位時間あたりの押出量が、第1流動材料の単位時間あたりの供給量以上となるように構成されていると、供給された第1流動材料をスクリー羽根の下流側部分に安定・

確実に送り込むことができ、スクリー羽根の下流側部分に第 1 流動材料、第 2 流動材料およびその混合物を充満させることができるようになり、安定した比率での混合が可能となる。

#### ＜請求項 7 記載の発明＞

前記軸部材における前記上流側供給部と対応する部位に、第 1 流動材料の供給口を設けた、請求項 4～6 のいずれか 1 項に記載の管路型ミキサー装置。

#### （作用効果）

この場合、第 1 流動材料は軸部材の回転に伴って回転供給される。よって、第 1 流動材料を管内に分散供給できるため、スクリー羽根の整流能力を低減しても十分な整流効果が発揮される。

#### ＜請求項 8 記載の発明＞

前記混合管路の上流側供給部に対してホッパを連結し、このホッパ内に貯留された第 1 流動材料を定量フィーダにより切り出して前記上流側供給部に供給するように構成した、請求項 6 記載の管路型ミキサー装置。

#### （作用効果）

本発明の管路型ミキサー装置では、このようにホッパから第 1 流動材料を供給する形態を採ることもできる。

#### ＜請求項 9 記載の発明＞

前記混合管路は、前記攪拌翼の下流側の一部または全部が、前記スクリー羽根および攪拌翼と対応する部分よりも上側に位置するように構成されており、それによって少なくともスクリー羽根の下流側部分に、第 1 流動材料、第 2 流動材料およびその混合物が常時充満するように構成されている、請求項 4～8 のいずれか 1 項に記載の管路型ミキサー装置。

#### （作用効果）

かかる構成を採ることで、攪拌混合物の送り出し抵抗が増加し、少なくともスクリー羽根の下流側部分に、第 1 流動材料、第 2 流動材料およびその混合物が常時充満するようになり、確実かつ十分な混合が可能となる。

#### ＜請求項 10 記載の発明＞

前記軸部材における攪拌翼の下流側に、混合物の前記下流側排出部への送り出



しを促進するブーストスクリー羽根を設けた、請求項 4 記載の管路型ミキサー装置。

（作用効果）

かかるブーストスクリー羽根を設けることにより、圧送供給される第 1 流動材料がスクリー羽根を通過する際に減勢しても、攪拌混合物の送り出しは円滑に行われる。特に混合部の下流管路が長く管路抵抗が大きい場合や、請求項 9 記載のように送り出し抵抗を意図的にもたせた場合において、かかるブーストスクリー羽根を設けると、押出し圧が助長され管路の閉塞のおそれが低減されるため好ましい。

＜請求項 1 1 記載の発明＞

前記軸部材における第 2 流動材料供給口の軸部材回転方向の前側にカバー部材が設けられ、このカバー部材が軸部材に伴って回転し攪拌物が押しのけられることにより第 2 流動材料供給口位置に第 2 流動材料の供給スペースが形成されるように構成されている、請求項 4 ～ 1 0 のいずれか 1 項に記載の管路型ミキサー装置。

（作用効果）

かかる構成により、第 2 流動材料を円滑かつ確実に第 1 流動材料中に分散供給できるようになる。この形態は、特に第 1 流動材料が圧送状態にあるときに好適であることはいうまでもない。

＜請求項 1 2 記載の発明＞

前記攪拌翼として、攪拌作用および混合対象移送作用を有する複機能翼と攪拌作用のみ有する単機能翼とを有し、これらが前記軸部材を中心とした螺旋方向に沿って、複機能翼一枚または二枚おきに単機能翼一枚が介在する交互配置で設けられている、請求項 4 ～ 1 1 のいずれか 1 項に記載の管路型ミキサー。

（作用効果）

攪拌翼として、攪拌作用および混合対象移送作用を有する複機能翼だけを配置すれば、全体として移送作用が支配的となり攪拌よりも移送作用が優先して高い混合性が得られなくなる。一方、攪拌作用のみ有する単機能翼を取り付けた場合には、移送能率が低下し結果として連続混合性を損なうことになる。そのため、

上記のように、複機能翼および単機能翼を、前者一枚または二枚おきに後者一枚が介在する交互配置を採用することにより、移送特性を損なわずに混合性を向上させることができる。なお、このことは実験により確認されている。

＜請求項 1 3 記載の発明＞

前記攪拌翼は細長平板状をなし、前記軸部材を中心とした螺旋方向に沿って、 $90$ 度または $60$ 度の位相間隔をもって複数配置されているものである、請求項 4～12 のいずれか 1 項に記載の管路型ミキサー。

（作用効果）

かかる移送間隔等の構成を採用することで、より効果的な攪拌混合が可能となる。このことも実験により確認されている。

＜請求項 1 4 記載の発明＞

前記スクリー羽根は、巻き数が $1\sim 3$ 、ピッチが前記混合管の直径の $0.4\sim 0.8$ 倍となるように形成されており、

前記攪拌翼は前記軸部材を中心とした螺旋方向に沿って、1ピッチあたり $4\sim 6$ 枚となる間隔をもって、 $5\sim 15$ ピッチ配置されており、

前記スクリー羽根および攪拌翼の径を $d$ としたとき、装置駆動時における前記軸部材の回転数が $150\sim 200/\pi d$  (rpm) であり、

装置駆動時における混合管路内の材料流速 $v$ が $10\sim 50$  m/min である、請求項 4～13 のいずれか 1 項に記載の管路型ミキサー。

（作用効果）

本発明の管路型ミキサーは、特にかかるスクリー羽根及び攪拌翼の構成、ならびに動作条件下において、上記の特徴が顕著に表れる。もちろん、これ以外においても、上記の特徴が現れることはいうまでもない。

＜請求項 1 5 記載の発明＞

粉粒体と液体とを混合して固化材を製造し、これを外部に供給する装置であって、

粉粒体を落下供給する手段と、

落下する粉粒体に対してその周囲から粉粒体を挟み込む若しくは絞り込むように液体を滝状に供給し、粉粒体と液体とを合流させる手段と、

合流した粉粒体と液体とを攪拌混合する攪拌混合手段と、  
を備えたことを特徴とする固化材供給装置。

(作用効果)

粉粒体と液体とを混合して固化材を製造する場合、例えばセメントと泥水または水を混合する場合、前述のとおり両者を連続的に合流させるのは非常に困難なことであった。この問題点に対して、上記のように、落下する粉粒体に対してその周囲から粉粒体を挟み込む若しくは絞り込むように液体を滝状に供給すると、粉粒体が液体により包み込まれるため、周囲への粉粒体の付着等なしに両者を確実に合流させることができるようになる。またその結果、より正確な配合比の固化材を得ることができるようになる。

<請求項 1 6 記載の発明>

粉粒体と液体とを混合して固化材を製造し、これを外部に供給する装置であつて、

粉粒体を落下供給する手段と、

液体を旋回降下させつつその旋回部内に粉粒体を落下させて、粉粒体と液体とを合流させる手段と、

合流した粉粒体と液体とを攪拌混合する攪拌混合手段と、  
を備えたことを特徴とする固化材供給装置。

(作用効果)

上記請求項 1 5 記載の発明と異なり、液体を旋回降下させつつその旋回部内に粉粒体を落下させて、粉粒体と液体とを合流させても、粉粒体が液体により包み込まれるようにして合流される。よって、請求項 1 5 記載の発明と同様に、周囲への粉粒体の付着等なしに両者を確実に合流させることができるようになる。またその結果、より正確な配合比の固化材を得ることができるようになる。

<請求項 1 7 記載の発明>

水分及び固形分を含む流動性材料が投入される比重調整槽と、

前記比重調整槽内の流動性材料の体積を計測する体積計測手段と、前記比重調整槽内の流動性材料の重量を計測する重量計測手段と、これらの計測結果に基づいて比重を求める比重計測手段と、

前記比重計測手段の計測結果に応じて、前記比重調整槽内の流動性材料が所定の比重となるように、前記比重調整槽内への加水を行う加水手段と、

前記比重計測手段の計測結果に応じて、前記比重調整槽内の流動性材料が所定の比重となるように、比重調整槽内からの水分の排出を行う排水手段と、

を備えたことを特徴とする、比重調整装置。

(作用効果)

他方、この発明は、泥土等の水分及び固形分を含む流動性材料の比重調整装置に関するものであり、比重調整に際して加水のみならず排水をも行いうる構成となっているところに特徴がある。加水による比重調整のみでは、広範な含水比の含水物や、含水比の変動幅が大きい場合等に対応できないが、本発明では排水による比重調整も可能な構成とすることで、あらゆる含水比の含水物に対応できるものとなっている。

<請求項 18 記載の発明>

前記排水手段は、前記比重調整槽内に貯留された流動性材料の上澄み水を吸引排出するように構成されたものである、請求項 17 記載の比重調整装置。

(作用効果)

このように上澄み水の吸引排出により比重調整を行うようにすると、構成が非常に簡単であり、ローコストで、既存の装置への応用も容易であるという利点がある。

<請求項 19 記載の発明>

前記排水手段は、前記比重調整槽内に貯留された流動性材料の水分をろ過材を介して吸引排水するように構成されたものである、請求項 17 または 18 記載の比重調整装置。

(作用効果)

流動性材料の水分をろ過材を介して吸引排水することで比重調整を行うようにすると、処理の迅速性および確実性を図ることができる。またこの程度であれば、構成も簡素であり、コストも嵩まず、既存の装置への応用も容易である。

<請求項 20 記載の発明>

前記比重調整された流動性材料を、攪拌混合する攪拌混合手段と、攪拌混合し

た流動性材料を外部に送り出す送出手段とを備えた、請求項 17～19 のいずれか 1 項に記載の比重調整装置。

(作用効果)

本発明の比重調整装置は、流動性材料を比重調整槽内に一時的に貯留するため、水分と固形分との分離が進行する。よって、上記のように、比重調整を終えた流動性材料は攪拌混合処理を経て外部に供給するのが望ましい。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明に係る計量固化材料の製造方法のフロー図である。

【図 2】

他の、本発明に係る計量固化材料の製造方法のフロー図である。

【図 3】

別の、本発明に係る計量固化材料の製造方法のフロー図である。

【図 4】

管路型ミキサーの第 1 の例を示す縦断面図である。

【図 5】

管路型ミキサーの第 2 の例を示す縦断面図である。

【図 6】

管路型ミキサーの第 3 の例を示す縦断面図である。

【図 7】

管路型ミキサーの第 5 の例を示す縦断面図である。

【図 8】

管路型ミキサーの第 6 の例を示す縦断面図である。

【図 9】

回転角の異なる状態を示す、管路型ミキサーの要部拡大縦断面および横断面図である。

【図 10】

攪拌混合原理の説明図である。

【図 11】

他の管路型ミキサーの例を示す縦断面図である。

【図 1 2】

別の管路型ミキサーの例を示す縦断面図である。

【図 1 3】

管路型ミキサーを複数接続した例を示す縦断面図である。

【図 1 4】

管路型ミキサーを複数接続した他の例を示す縦断面図である。

【図 1 5】

管路型ミキサーを複数接続した別の例を示す縦断面図である。

【図 1 6】

固化材供給装置例を示す縦断面図である。

【図 1 7】

別の固化材供給装置例を示す縦断面図である。

【図 1 8】

比重調整装置例を示す縦断面図である。

【図 1 9】

他の比重調整装置例を示す縦断面図である。

【図 2 0】

ろ過材の配置例を示す横断面図である。

【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施の形態について添付図面を参照しつつ詳説する。

＜軽量固化材料の製造方法および装置の実施形態＞

（第 1 の形態）

図 1 は、本発明に係る軽量固化材料の製造方法のフローを示している。本発明で使用する流動性原料としては水分及び固形分を含むものであれば特に種類は問わないが、泥水、泥土、スラリー状石灰炭や鉄鋼スラグ等の産業廃棄物が好適に使用される。泥水や泥土を用いれば、軽量土を製造することができる。

かかる副産物は含水比が一様でない。したがって、本発明では先ず流動性原料を比重調整装置 1 に供給し、比重を計測するとともに、その計測結果に基づいて

後に混合する固化材や軽量化材との配合比が所望の比率となるように、水分の追加または除去を行うことで比重調整を行う。比重調整装置 1 の具体例については後述するが、流動性材料を解す機能、比重調整機能ならびに再混合機能を有しているものが好適に使用される。

比重調整された流動性原料はポンプ装置 2 により移送ラインに送出される。移送ラインには第 1 の管路型ミキサー 4 および第 2 の管路型ミキサー 5 が介在しており、流動性原料はこれらを順に通過する。これらの管路型ミキサー 4 および 5 は本発明の要件を満足するもの、混合管路と、混合管路内に同軸的に軸支された軸部材と、軸部材の外面に、上流側から順に並設されたスクリー羽根および攪拌翼と、軸部材の回転駆動手段と、軸部材における攪拌翼と対応する部位に設けられた、少なくとも一つの添加材供給口とを備え、混合管路内に供給される流動材料を、回転駆動されるスクリー羽根を経て添加材供給口側へ移送した後、この流動材料に添加材供給口から添加材を供給し、これら流動材料と添加材とを回転駆動される攪拌翼により攪拌混合するように構成したものであれば、両者共通のものを用いても異なるものを用いても良い。管路型ミキサーの好ましい具体例については後述するが、本発明方法はこれに限定されるものではなく、従来の管路型ミキサーを用いることもできる。

第 1 の管路型ミキサー 4 では、その管路を通過する過程で固化材供給装置から供給される固化材が、回転する軸部材の添加材供給口から添加され混合される。図示例は、セメント等の粉粒体固化材（この場合固化材の原料である）をサイロ 6 s から固化材供給装置 6 に随時供給し、固化材供給装置 6 で水等の液体と混合してスラリー状固化材とした後、これを第 1 の管路型ミキサー 4 に供給する場合を想定している。

第 1 の管路型ミキサー 4 において固化材が添加された流動性原料は、次いで第 2 の管路型ミキサー 5 に通される。第 2 の管路型ミキサー 5 では、その管路を通過する過程で、気泡剤、発砲ビーズ、発砲樹脂破碎細片等の軽量化材が添加混合される。

かくして、第 1 および第 2 の管路型ミキサー 4, 5 を通過することで、流動性原料はその移送過程で軽量固化材料へと変化する。この際、本第 1 の形態では、

比重調整済み流動性原料を移送ラインに送り出すポンプの元圧のみで、第1および第2の管路型ミキサー4, 5を通過させる構成を採用しており、非常に簡素かつ省エネルギーな構成となっている点にも特徴がある。またそのため、第1および第2の管路型ミキサー4, 5における流動性原料と固化材または軽量化材との配合比は送り出しポンプと第1の管路型ミキサー4との間における流量を測定し、これに応じて固化材供給装置6の供給量または軽量化材供給量を調整または制御することによって定めることができるようになっている。

なお、図示例は、法面Gを覆う擁壁Wの背面盛土として軽量固化材料を投入するにあたり、流動性原料を法面に移送する過程で軽量固化材料Cに変化させてこれを投入する場合を想定している。

#### (第2の形態)

一方、図2に示す例は、ホッパ供給型の管路型ミキサー4'（詳細は第5のミキサー例として後述する）を用いた場合のシステム構成例を示している。すなわち、流動性原料は、比重調整装置1に供給され、図1に示す例と同様に比重調整された後、ロータリーフィーダR等の定量切り出し手段により所定量が連続的に切り出され、第1の管路型ミキサー4'に落下供給される。

第1の管路型ミキサー4'に供給された流動性原料は、当該ミキサーによる押し出し機能（詳細は後述する）により順次移送されるとともに、その移送過程で固化材供給装置6'から供給される固化材が添加混合される。図示例は、セメント等の粉粒体固化材をサイロ6sから固化材供給装置6に随時供給し、固化材供給装置6が粉粒体のままで所定量を連続的に第1の管路型ミキサー4'に供給する場合を想定している。この場合、流動性材料と固化材との配合比は、ロータリーフィーダRおよび固化材供給装置6'の供給量を予め設定しておくことで定めることができる。

第1の管路型ミキサー4'において固化材が添加された流動性原料は、次いで圧送ポンプ2により第2の管路型ミキサー5に供給され、前述例と同様に第2の管路型ミキサー5の管路を通過する過程で軽量化材が添加混合され、軽量固化材料へと変化される。本第2の形態では、第2の管路型ミキサー5に対する流動性材料の供給量については圧送ポンプ2の圧送流量により定まるため、圧送ポンプ



2と第2の管路型ミキサー5との間に流量計3を介在させ、その計測結果に応じて軽量化材供給量を調整または制御することにより、第2の管路型ミキサー5における配合比を定めうるようになっている。その他は、基本的に第1の形態と同様である。

#### (第3の形態)

上記例では、管路型ミキサーとして固化材添加のためのものと軽量化材添加のためのものとを個別に設けているが、本発明では図3に示すように、一つの管路型ミキサー40（図中の管路型ミキサー40は後述する図11に示す例に該当する）において、軸部材の長手方向に適切な間隔をもって複数の添加剤供給口を設け、上流側の供給口からは固化材を添加し、下流側の供給口からは軽量化材を添加するようにすることもできる。この場合、攪拌混合部を長く取る必要があるが、全体としてみれば一つの管路型ミキサー40で固化材および軽量化材の添加混合を行うことができるため、システムをコンパクト化できる利点がある。

#### (変形形態)

上記第1及び第2の実施形態の対比から判るように、管路型ミキサーを直列的に用いる場合、適所（一箇所または複数箇所）に圧送ポンプを配置して材料移送を行うことができる。

また、固化材および軽量化材をこの順に添加混合する限り、更に管路型ミキサーを一つ又は複数追加し、または軸部材に添加材供給口を一つ又は複数追加し、固化材および軽量化材の添加の前、間もしくは後に、同種の又は異種の材料を添加することもできる。具体的には、固化材の添加混合を行った後に、第1の軽量化材として石炭灰を混合し、続いて第2の軽量化材として気泡を入れるなど多くのバリエーションが考えられる。

#### <管路型ミキサーの実施形態>

##### (第1のミキサー例)

図4は、泥土等の第1流動材料Xを管路型ミキサー装置10内にポンプ等によって圧送供給する場合の実施形態を示している。すなわち、この管路型ミキサー装置例10は、上流側供給部12iおよび下流側排出部12eを有する混合管路12の内空内に、軸部材14が同軸的に軸支されており、軸部材14の外周面に

は、上流側から順に長手方向に間隔をおいてスクリー羽根 1 4 s および攪拌翼 1 4 m が多数設けられている。軸部材 1 4 の基端部は混合管路 1 2 の S 字状曲がり部を介して管外に貫通され、モータ等の回転駆動手段 1 5 に対して動力伝達可能なように連結されている。また、軸部材 1 4 は中空とされ、攪拌翼形成部分の途中に相当する位置に内外に連通する噴射口 1 4 a が形成されるとともに、基端開口がスイベル装置 1 6 を介して供給管路 1 7 に連通されており、この供給管路 1 7 から軸部材 1 4 内及び噴射口 1 4 a をこの順に介して、攪拌翼 1 4 m の形成部分に第 2 流動材料 Y が供給されるようになっている。

かかる管路型ミキサー装置 1 0 の供給部 1 2 i に対して、例えばピストンポンプ等によって第 1 流動材料 X が圧送供給される。混合管路 1 2 内に圧送供給されてくる第 1 流動材料は、先ず、回転駆動されるスクリー羽根 1 4 s により減勢され且つ整流され実質的に連続定量の流れとなる。この際、第 1 流動材料 X の種類によっては予備攪拌も同時になされる。特に、ピストンポンプ等の断続供給手段により第 1 流動材料 X が圧送供給されてくると、バルブ切り替えにより圧送が行われている状態と圧送停止状態とが瞬時かつ交互に繰り返される波動パターンで第 1 流動材料がスクリー羽根 1 4 s に到達する。本発明のスクリー羽根 1 4 s はかかる波動圧を減勢する一方、圧送停止時には吸引押出しを行う機能をも有するものである。

スクリー羽根 1 4 s により整流された第 1 流動材料は、次いで、噴射口 1 4 a の上流側において回転駆動される攪拌翼 1 4 m により予備攪拌された後、噴射口 1 4 a から定量供給される第 2 流動材料 Y と合流され、これら第 1 流動材料と第 2 流動材料とが噴射口位置およびその下流側において回転駆動される攪拌翼 1 4 m により攪拌混合され、この攪拌混合物が排出部 1 2 e を介して排出される。

特に本例のように第 1 流動材料 X を圧送供給する場合において、上記の整流作用を発揮させるためには、スクリー羽根 1 4 s による単位時間あたりの整流可能量が、第 1 流動材料 X の単位時間あたりの供給量以上となるように構成することを推奨する。このスクリー羽根 1 4 s の整流可能量は試験により求めることができ、第 1 流動材料 X の供給量は、予め定められるポンプ容量から求めたり、当該管路型ミキサー装置 1 の上流側に流量計等を介在させて計測することができ

る。またこのために、第1流動材料の供給量に応じて、回転駆動手段15によるスクリー羽根14sの回転速度を適切に設定または制御したり、スクリー羽根14sのサイズ・形状、管路容積等を適切に設計することができる。

かくして構成された管路型ミキサー装置1においては、混合管路12内に供給されてくる第1流動材料を、スクリー羽根14sによる整流作用により安定した連続定量流とされてから第2流動材料Yと混合することができる。したがって、本発明では、安定した比率で第1及び第2流動材料X、Yの混合が可能となるのである。かかる整流作用を利用する本発明の管路型ミキサーでは、特に第1流動材料Xをピストンポンプ等の断続供給手段によって供給する場合であっても、その脈動をスクリー羽根により打ち消して連続定量化できる。

本第1のミキサー例における第1流動材料Xは、泥水・泥土のほかスラリー状石炭灰や鉄鋼スラグなどの泥土類であることができ、第2流動材料Yは、セメント・石灰系固化材のほか、発泡剤、石炭灰、発泡ビーズ、流動化剤、疎水剤など泥土類に混合処理する材料であることができる。

例えば、第1の流動材料Xとして泥土類をポンプ圧送により供給し、第2の流動材料として固化材等を添加して混練し、固化処理土を製造することができる。この場合における固化材等としては、本第1のミキサー例では、粉粒体状でもスラリー状のものでも適用できる。ただし、粉粒体固化材は圧気に乗せて供給するため、本例のように混合管路12に排気手段を設けていない場合、混合物に空気が混入した混気圧送となる。この場合、混合物を排出部12eへ送り出す圧送圧は、泥土類の供給圧に粉粒体固化材の供給空気の圧力が加わる。一方、スラリー状固化材を添加混合する場合は、混気圧送とはならない。この場合、混合物を排出部12eへ送り出す圧送圧は、泥土類の供給圧によるものとなる。

#### (第2のミキサー例)

第1の例のように混合管路12が直管で水平配置であり端部開口から排出する場合や、図示しないが混合管路が直管で水平配置であり底面に排出部がある場合等のように、攪拌翼14mの下流側の一部または全部がスクリー羽根14sおよび攪拌翼14mと対応する部分よりも下側に位置していると、混合物の送り出し抵抗が小さいために、材料がスクリー羽根14sおよび攪拌翼14mと対応

する部分に充満しにくくなり、所望の比率での混合を行えない場合が想定される。

図5に示す第2の例は、混合管路12のスクリーユ羽根14sおよび攪拌翼14mと対応する部分は直管で水平配置であるが、攪拌翼14mの下流側部分を屈曲させ、排出部12eがスクリーユ羽根14sおよび攪拌翼14mと対応する部分よりも上側に位置するように構成したものである。かかる構成を採ることで、混合管路12が直管で水平配置でありながらも、攪拌混合物の送り出し抵抗が増加し、スクリーユ羽根14sおよび攪拌翼14mと対応する部分に流動材料が充満し、確実に十分な混合が可能となる。また攪拌混合物の送り出し抵抗があると、安定した量の排出が行えるため、量管理を行いやすい。

#### （第3のミキサー例）

図6に示すように、混合管路12は直管であるものの、管2全体を下流側が上側となるように傾斜させることでも、混合物の送り出し抵抗を増加させ、攪拌混合部分に材料を充満させることができる。図示形態では、混合管路12の下流側端部の底部に排出部（排出口）12eが設けられているが、この排出部12eは、スクリーユ羽根14sおよび攪拌翼14mと対応する部分よりも上側に位置するため、混合物の送り出し抵抗が増加することには変わりはない。また、図6に示す例のみ、上流側屈曲部を水平方向において屈曲させているが、他の例でも同様の構成を採ることができる。

#### （第4のミキサー例）

図示しないが、混合管路は直管であるものの、その下流側端部上部に排出部12eを設け、混合物をオーバーフローさせることで、混合物の送り出し抵抗を増加させ、攪拌混合部分に材料を充満させることができる。

#### （第5のミキサー例）

他方、図7は、混合管路12内に対して第1流動材料Xが非圧送状態で供給される場合に好適な実施形態を示している。この第2の実施形態に係る管路型ミキサー装置例は、混合管路12は直管状とされ、スクリーユ羽根14s形成部分と対応する位置の上壁に、第1流動材料Xを落下供給するための供給部（供給口）12iが連通形成されており、この供給部に対して定量フィーダ（図中はロータ

リーフィード) 12 r を介してホッパ 12 h が連通されている点で、他の例と異なる。その他の構成は基本的に前述の例と同様である。

かかる管路型ミキサー装置では、ホッパ 12 h に貯留された第 1 流動材料 X は定量フィード 12 r により切り出され、供給部 12 i を介して混合管路 12 内に落下供給される。供給された第 1 流動材料 X はスクリー羽根 14 s の押し出し作用により排出部 12 e 側へ連続定量流として押し出される。押し出された第 1 流動材料は、噴射口 14 a よりも上流側において回転駆動される攪拌翼 4 m によって予備攪拌 (プレミキシング) された後、噴射口 4 a から定量的に噴射供給される第 2 流動材料 Y と合流され、これら第 1 流動材料と第 2 流動材料とが噴射口 14 a の位置およびその下流側において回転駆動される攪拌翼 14 m により攪拌混合され、この攪拌混合物が排出部 2 e を介して排出される。

このように、非圧送状態で第 1 流動材料 X が供給される場合、スクリー羽根 14 s による単位時間あたりの押出量が第 1 流動材料 X の単位時間あたりの供給量未満であると、供給された第 1 流動材料 X をスクリー羽根 14 s の下流側部分に安定・確実に送り込み、当該部分に材料を充満させることができず、安定した比率での混合が困難である。したがって、スクリー羽根 14 s による単位時間あたりの押出量が、第 1 流動材料 X の単位時間あたりの供給量以上となるようにすることが推奨される。これによって、スクリー羽根 14 s の下流側に材料を常時充満させることができる。この場合、スクリー羽根 14 s による押出量分の混合材料が当該ミキサー装置から確実に排出されるようになる。

#### (第 6 のミキサー例)

また本発明では、図 8 に示すように、第 1 流動材料 X についても軸部材 14 に別途設けた供給口 14 d から混合管路 12 内に供給することができる。この場合、軸部材 14 は 2 重管 (または 2 本の並列管でも良い) により構成し、軸部材外面に各流路の吐出口 14 a, 14 d を開口させ、一方を第 1 流動材料 X 用として、また他方を第 2 流動材料 Y 用として構成することができる。この場合、例えば上流側から混練水や泥水、泥土を供給するとともに、下流側から粉粒体またはスラリー状固化材を供給することによって、スラリー状固化材や固化処理土を製造することができる。

### (ミキサーの細部構成)

第1のミキサー例の項で述べたように、スラリー状材料をポンプ圧送により供給し、粉粒体を圧気供給する場合には、排気手段がないと混気圧送となる。この場合、空気が体積変化を起こし易いために移送が円滑に行えない場合も想定される。かかる場合には、第3及び第4の例に示すように、混合管路12における粉粒体供給位置よりも下流側の上部に排気手段を備え付けるのが好ましい。図示例では、混練管路12の所定部位に窪みスペース12sを設け、この窪みスペース12sの上部に排気口12dを連通させる等により排気手段を備え付けるのが好ましい。一方、固化材等をスラリー状態で供給する場合には、排気手段は必要としない。

また、第1流動材料Xを圧送供給する形態では、スクリー羽根14sによる整流・減勢作用があり、このため混合物の送り出しの勢いが低減し、円滑な排出を行えない場合も想定される。したがって、図4及び図5に示すように、軸部材14における攪拌翼14mの下流側に、混合物の前記下流側排出部への送り出しを促進するブーストスクリー羽根14bを設けるのも好ましい。なお、図6～8に示す例において軸部材14における攪拌翼14mの下流側に設けられているスクリー羽根14rは、上記ブースト作用を有するものではない。これは、上流のスクリー羽根14sやブーストスクリー羽根14bとは移送方向が反対向きとなっており、攪拌翼により順次押し出されてくる混合物を混合管路12下部の排出口12e上を通過させずに押し戻して、排出口に円滑に落とし込むためのものである。

さらに、本発明の管路型ミキサーでは、図3～図9に示すように、軸部材における第2流動材料供給口14aの軸部材回転方向の前側にカバー部材14cを設けるのも好ましい形態である。かかるカバー部材14cは軸部材14に伴って攪拌物を押しのけながら回転するため、第2流動材料供給口14a位置に第2流動材料の供給スペース（空洞）が常時形成され、供給口14aからはこのスペースに第2流動材料が送り出される。よって、第2流動材料を円滑かつ確実に第1流動材料中に分散供給できるようになる。なお、図9（a）及び（b）は、互いに移送角が90°異なる状態を対比的に示したものであり、両者の構成は同じであ

る。

さらに、本発明の攪拌翼 1 4 m は、図 9 に詳細に示すように、攪拌作用および混合対象移送作用を有する複機能翼 m 2 と攪拌作用のみ有する単機能翼 m 1 とにより編制し、これらを軸部材 1 4 を中心とした螺旋方向に沿って、複機能翼 m 2 一枚または二枚おきに単機能翼 m 1 一枚が介在する交互配置で設けるのも好ましい形態である。図示例では、複機能翼 m 2 は軸心と直交する面に対して所定の角度で傾斜した平板体となっており、一方、単機能翼 m 1 は軸心と直交する面と平行な平板体となっている。かかる交互配置を採用することにより、移送特性を損なわずに混合性を向上させることができる。

複機能翼 m 2 は、スクリューの一部を切り取ったプロペラ状（曲面板状）にするのが望ましいように考えられるかもしれないが、実際には、図示のように平板状にして軸を挟んだ配置とすると、泥土が当たる位置によって、泥土類の動きの方向が変化し、より混合攪拌性が高まるため好ましい。すなわち、図 1 0 に示すように、同じ回転半径上にある A 点および B 点において、回転方向に直角に作用する押出し力 P が、平板状の複機能翼表面に沿って A 点では外方に向かう移動力 P 1、B 点では内方に向かう移動力 P 2 を発生させ、これが攪拌効果を増大させるのである。

ただし、本発明の管路型ミキサーは、いずれか一方の攪拌翼のみでも第 1 流動材料の供給圧を調整する等により機能させることは可能である。

また、本発明の攪拌翼 1 4 m は、軸部材 1 4 を中心とした螺旋方向に沿って、90 度または 60 度の位相間隔をもって複数配置されていると、より効果的な攪拌混合が可能となることも判明している。

さらに、本発明者らは、現在までの研究開発の結果から、下記のスクリュー羽根 1 4 s 及び攪拌翼 1 4 m の構成ならびに動作条件の組み合わせが非常に好適であるとの知見を得ている。

- ① スクリュー羽根の巻き数：1～3（枚）
- ② スクリュー羽根のピッチ（SP）：混合管の直径の 0.4～0.8 倍
- ③ 攪拌翼の配置：螺旋配置
- ④ 攪拌翼の数：1 ピッチ（MP）あたり 4～6 枚の間隔で 5～15 ピッチ

⑤ 運転時の軸部材回転数： $150 \sim 200 / \pi d$  (rpm)

ここに、 $d$ はスクリー羽根および攪拌翼の径である。

⑥ 混合管路内の材料流速 $v$ ： $10 \sim 50 \text{ m/min}$

(軸部材の供給口を複数にした例)

他方、本発明の管路型ミキサー装置においては、一つの管路型ミキサー装置に3以上の供給手段を設け、上記例よりも更に多くの経路を介して2種類または3種類以上の材料を混合管路内に供給するように構成できる。

具体的には図11および図12に示すように、攪拌翼14mと対応する部位を長く取り、軸部材14における攪拌翼14mと対応する部位に、所定の間隔をもって複数の供給口を設けることができる。図11に示す例は前述の第2の例を、および図12に示す例は前述の第3の例をそれぞれ変形し軸部材の供給口14aを一つ追加したものであり、基本的構成は前述のとおりである。ただし、これらの例40、50では軸部材14の下流側端部が混合管路12外に貫通導出されるとともに、軸部材14内における上流側供給口14aと下流側供給口14aとの間の部分が図示しない閉塞部材により遮断されている。かくして、先に添加混合する材料Y1を軸部材14の上流側端部から供給すれば、それが上流側供給口14aから混合管路12内に供給され、上流側及び下流側供給口14a、14a間に位置する攪拌翼14mにより第1流動材料Xと混合される。さらに、後に添加混合する材料Y2を軸部材14の下流側端部から供給すれば、それが下流側供給口14aから混合管路12内に供給され、下流側供給口14aの下流側に位置する攪拌翼14mにより、材料Y1が混合された第1流動材料Xと混合される。

この場合において、上流側供給口14aから供給する材料Y1と下流側供給口から供給する材料Y2は同じにすることもできるし、異ならせることもできる。また、さらに軸部材14の供給口数を増やすこともでき、この場合軸部材14を二重以上の多重管構造とし、管路内および管路間の隙間を介して流動材料の供給経路を形成することができる(図示せず)。

(複数の管路型ミキサーを直列接続した例)

本発明の管路型ミキサーは材料搬送管路の一部として介在させることによって、材料搬送過程で他の添加材料(第2流動材料)との混合を可能にするものであ



り、添加材料が一種類の場合や複数種類の添加材料を共通の管路を介して供給できる場合等においては一本の搬送ラインに一つの管路型ミキサーのみを設置するだけでも良いが、複数種または同種の添加材料を段階的に添加混合する場合等においては、複数の管路型ミキサー装置を直接的または他の装置や管路を介して間接的に直列接続し、各管路型ミキサー装置において、順次添加材料を追加混合することもできる。

この具体例を図13～図15に示した。図13に示す例は、搬送管Tを介して前述の第1の例のミキサー10、10を直列に連結したものであり、第1流動材料Xに対して、第2、第3の流動材料Y1、Y2が順次混合される。また図14に示す例は、下方に開口する排出口12eを有する管路型ミキサー10Aを上流側に配置し、上方に開口する供給口12iを有する管路型ミキサー10Bを下流側に配置し、上流側ミキサー10Aの下向き排出口12eと下流側ミキサー10Bの上向き供給口12iとを直接連結し、両ミキサー10A、10Bを一体化したものである。このように混合部を複数有するものも本発明の管路型ミキサーに含まれる。この図14に示す例では、材料の移送元と移送先との位置関係に応じて、いずれか一方のミキサー10Aを他方のミキサー10Bに対して連結部を中心に任意角度回転した配置を採ることができ、例えば図15に示すように、材料の折り返し移送を行うU字配置とすることもできる。

なお、これらの具体例において、前述した他の管路型ミキサーを使用することも、もちろん可能である（図示せず）。

ところで、前述の軽量固化材料の製造方法はかかる直列形態を応用したものであるが、本発明の管路ミキサーの直列接続形態は前述の軽量固化材料の製造方法に限られるものではない。例えば、前述の軽量固化材料の製造方法とは反対に、第1の管路型ミキサー4において軽量化材料を供給し、第2の管路型ミキサー5において固化材を混合する形態にも使用することができる。

#### ＜固化材供給装置の実施形態＞

図16は、本発明に係る固化剤供給装置例を示している。符号20は、セメント等の粉粒体を一時的に貯留する粉粒体貯留ホッパであり、例えばサイロ等に貯留されている粉粒体が必要に応じて上部の供給口20iからホッパ20内に供給

される。

ホッパ 20 に供給された粉粒体固化材は、定量切り出し装置（図示例はロータリーフィーダ） 21 により切り出され、その排出口から落下排出され、鉛直方向に沿う直線状合流管路 22 の径方向中央部分を通じて攪拌混合装置 23 の供給部 23 i に投入される。合流管路 22 内は、粉粒体が落下流通する中央部分の周囲に環状の液溜り堰 22 d が設けられ、この堰 22 d 内（中央部に対しては外側）に管壁を貫通する液体供給管 22 i が連通されている。よって、液体供給管 22 i から液体（水、添加剤等）を供給すると、その液体は堰 22 d 内に一時的に貯留された後に、堰 22 d をオーバーフローして中央部に滝状に供給される。一方、攪拌混合装置 23 は、基本的に前述の図 7 に示す管路型ミキサーからホッパ、ロータリーフィーダおよび排気手段を省略したものと基本的に同様であるため、説明を省略する。

かくして構成された固化材供給装置では、合流管路 22 内に落下供給された粉粒体は、合流管路 22 内の中央部分を通過する過程で、その周囲の堰 22 d をオーバーフローして滝状に供給される液体により挟み込まれ若しくは絞込まれ、液体により包まれるようにして液体と合流される。合流した粉粒体と液体とは攪拌混合装置 23 により攪拌混合された後、外部に送り出される。

図 17 には別の本発明に係る固化材供給装置例を示した。この形態では、図 16 に示す形態に対して、合流管路が逆さ円錐台状をなすサイクロンシュート 22 S となっており、その上部の内壁に内周方向を臨むように液体供給管 22 i が連通されている点が主に異なる。この場合、液体供給管からサイクロンシュート内に供給された液体は内周面に沿って旋回降下する。したがって、サイクロンシュート 22 S 内に落下供給された粉粒体は、液体の旋回降下部分内に落下されて、液体により包み込まれるようにして合流される。攪拌混合装置 23 は管路型ミキサーであり、サイクロンシュート 22 S 下部が連通する供給口 24 i が上流側上部に形成され、下流側端部上部に排出口 24 e が形成された水平直管型の混合管路を有するものであり、混合物が排出口 24 e からオーバーフローにより排出されるタイプのものである。

これらの例においては、粉粒体が液体により包み込まれるようにして合流され

るため、合流管路内面や攪拌混合装置内面等、周囲への粉粒体の付着等なしに両者を確実に連続合流させることができる。またその結果、より正確な配合比の固化材を得ることができるようになるという利点がもたらされる。

また、これらの例では、図示のようにホッパ20及び定量切り出し装置21をフレキシブル継手25を介して合流管路22等と接続するとともに、ロードセル26、26を介して吊り下げており、このロードセル26の計測値によりホッパ20及び定量切り出し装置21内の貯留粉粒体量を計測できるようになっている。また、液体は、定量ポンプから流量計を介して供給することで量管理する方法や、水槽または水ホッパからロータリーフィーダを介して供給する方式を採ることができる（図示略）。さらに、上記例では攪拌混合装置23、24として管路型ミキサーを使用したか、バッチ式または連続式のアジテータを用いることもできる。

#### ＜比重調整装置の実施形態＞

例えば、前述のように、浚渫泥土のような品質が安定しない材料を利用する場合、その品質管理が重要となる。その主要なパラメータのひとつに比重管理がある。水分及び固形分を含む流動性材料の比重管理は、含水量の調整にほかならない。ここでは、広範な含水比の含水物や、含水比の変動幅が大きい場合等に対応できる比重調整装置についても提案する。

図18は、本発明に係る比重調整装置例30を示しており、主要構成として比重調整槽31を備えている。比重調整槽31は、槽内の流動性材料の体積を計測する体積計測手段として水位センサー31Sを備えている。すなわち、比重調整槽は一定の容積を有しているため、水位センサー31Sにより水位を計測するだけで、槽内の流動性材料の体積を計測できる。

また図示形態では、比重調整槽31はロードセル31L、31Lによって吊り下げられており、このロードセル31Lにより槽内の流動性材料の重量を計測できるようになっている。そして、これらの計測結果に基づいて槽31内の流動性材料の比重を求めることができる。この比重測定は、例えば図示しない制御装置により行われる。

また、槽31内への流動性材料の供給管31Aおよび給水管31Bが、槽31

上方に開口しており、また槽 3 1 内の上部には、上澄み水を吸引するための吸引管 3 1 C が挿入されている。

かくして構成された比重調整槽 3 1 においては、槽 3 1 内に投入される流動材料の容積および質量を水位センサー 3 1 S 及びロードセル 3 1 L により計量することによってその流動材料の比重を計測し、それが所期の比重に満たない場合には所要量の水を吸引管 3 1 C を介して吸引排水し、また所期の比重よりも大きい場合には給水管 3 1 B を介して所要量の加水を行うことによって比重調整することができる。すなわち、この比重調整槽 3 1 は、加水を主体とし、排水を要する場合には土粒子の沈降沈殿を待って上澄み水を排水する方式となっている。なお、この動作は図示しない制御装置により行わしめることができる。

他方、本実施形態では、比重調整槽 3 1 の底部には排出口が設けられ、この排出口はゲートバルブ 3 2 等のバルブを介してアジテータ槽 3 3（攪拌混合手段）に連通されている。したがって、比重調整された流動材料はゲートバルブ 3 2 の開放によってアジテータ槽 3 3 に供給され、攪拌混合される。流動性材料を比重調整槽 3 1 内に一時的に貯留すると、水分と固形分との分離が進行するため、このように、比重調整を終えた流動性材料は攪拌混合処理を経て外部に供給するのが望ましい。

図示例のアジテータ槽 3 3 は、下部に水平方向に沿う攪拌軸 3 3 x が軸支され、この攪拌軸 3 3 x の外面には移送機能および攪拌機能を有する攪拌翼 m 2 が多数設けられ、この攪拌軸 3 3 x が槽 3 3 外の回転駆動源 3 3 m に連結され回転駆動されるように構成され、攪拌翼 m 2 による材料移送方向の下流側の位置においてアジテータ槽底部に排出口が形成されたものである。

さらに、図示の比重調整装置は、前述の図 2 に示す製造方法を想定したものであり、アジテータ槽 3 3 の排出口に対して定量切り出し装置 R（図示例はロータリーフィーダ）を介して管路型ミキサー 4 が連結されており、アジテータ槽 3 3 内で攪拌された流動材料を切り出し装置 R により切り出し、管路型ミキサー 4 に対して定量供給するようになっている。またこの場合、管路型ミキサー 4 への供給精度をあげるため、図示形態では、アジテータ槽 3 3 をロードセル 3 3 R、3 3 R で懸架し、このロードセル 3 3 R により計測されるアジテータ槽 3 3

内の流動材料保有量に応じて定量切り出し装置Rの回転を制御するように構成するのも望ましい形態である。

これに対して、図19は、比重調整槽31内に貯留された流動性材料の水分をろ過材31Fを介して積極的に吸引排水する例を示している（上記のように上澄み水を排出する場合にもろ過材を介して吸引することもできる）。

より詳細には、比重調整槽31内に、中央部を取り囲むように濾布等のろ過材31Fを建てこみ、その取り囲み部分内と、ろ過材31F外面と槽31内面との間の排水スペース31zとをろ過材31Fにより遮断するとともに、吸引管31Cを槽壁を貫通して排水スペース31z内に臨ませている。また、槽31内への流動性材料の供給管31Aおよび給水管31Bは、ろ過材32Fによる取り囲み部分内上に開口している。

この場合、排水に際しては、調整槽31内のろ過材31F取り囲み部分内に流動材料が供給されると、自重圧により水のみがろ過材31Fを通して排水スペース31zに滲出するので、この滲出水を吸引管31Cを介して所要量吸引排出する。

本形態では、上記機能を発揮しうる限り、ろ過材31Fの配置は任意である。ろ過材として濾布を使用する場合、図20に示すように、(a)に示すように調整槽31の内周面に沿って円筒状の濾布を配置したり、(b)に示すように濾布支持部材31P、31Pを必要数を立設して、周方向に所定の間隔で局所的に中央側に張り出させたり、(c)に示すように6頂点星形に配置したりすることができる。

また、図19に示す比重調整装置30'は、前述の図1に示す製造方法を想定したものであり、アジテータ槽33の排出口に対してピストンポンプ2が接続されており、このピストンポンプ2によって、アジテータ槽33内からの流動材料の吸引取出しならびに外部（図1に示す形態では第1の管路型ミキサー4）に対する流動材料の送り出しが可能となっている。

#### 【発明の効果】

以上のとおり、本発明によれば安定した比率での混合が可能となる。また、泥土や泥水から均質な軽量固化材料を製造できるようになる。

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 混合管路と、混合管路内に同軸的に軸支された軸部材と、軸部材の外面に、上流側から順に並設されたスクリー羽根および攪拌翼と、軸部材の回転駆動手段と、前記軸部材における攪拌翼と対応する部位に設けられた、少なくとも一つの添加材供給口とを備え、混合管路内に供給される流動材料を、回転駆動されるスクリー羽根を経て添加材供給口側へ移送した後、この流動材料に前記添加材供給口から添加材を供給し、これら流動材料と添加材とを回転駆動される攪拌翼により攪拌混合するように構成した管路型ミキサーを用い、

水分及び固形分を含む流動性原料を仕向け先へ移送しながら軽量固化材料へ変化させる方法であって、

(A) 前記流動性原料を、水分の追加または除去により比重調整する工程と、

(B) 前記比重調整した流動性原料を、前記管路型ミキサーが少なくとも一つ介在する管路により構成された移送路を介して連続的に移送するとともに、

(B 1) 前記移送路の途中に介在された管路型ミキサーにより、前記移送過程の流動性原料に対し、添加材として固化材を添加混合する固化材添加工程と、

(B 2) 前記固化材添加工程における管路型ミキサーよりも下流に介在された別の管路型ミキサーにより、前記固化材を添加した流動性原料に添加材として軽量化材を添加混合するか；あるいは前記固化材添加工程における管路型ミキサーの別の添加材供給口から軽量化材を供給し、前記固化材を添加した流動性原料に軽量化材を添加混合する軽量化材添加工程と、

を含むことを特徴とする軽量固化材料の製造方法。

【請求項 2】 前記移送路における前記固化材添加を行う管路型ミキサーよりも上流側に圧送ポンプを介在させ、この圧送ポンプの圧力を利用して前記比重調整した流動性原料を、前記管路型ミキサーを通過させつつ各添加材の添加混合を行う、請求項 1 記載の軽量固化材料の製造方法。

【請求項 3】 混合管路と、混合管路内に同軸的に軸支された軸部材と、軸部材の外面に、上流側から順に並設されたスクリー羽根および攪拌翼と、軸部材の回転駆動手段と、前記軸部材における攪拌翼と対応する部位に設けられた、少なくとも一つの添加材供給口とを備え、混合管路内に供給される流動材料を、回

転駆動されるスクリー羽根を経て添加材供給口側へ移送した後、この流動材料に前記添加材供給口から添加材を供給し、これら流動材料と添加材とを回転駆動される攪拌翼により攪拌混合するように構成した管路型ミキサーを用い、

水分及び固形分を含む流動性原料を仕向け先へ移送しながら軽量固化材料へ変化させる装置であって、

(a) 前記流動性原料を、水分の追加または除去により比重調整する手段と、

(b) 前記比重調整した流動性原料を、前記管路型ミキサーが少なくとも一つ介在する管路により構成された移送路を介して連続的に移送するように構成するとともに；

(b 1) 前記移送路の途中に介在された管路型ミキサーにより、前記移送過程の流動性原料に対し、添加剤として固化材を添加混合するように構成し、かつ

(b 2) 前記固化材添加工程における管路型ミキサーよりも下流に介在された別の管路型ミキサーにより、前記固化材を添加した流動性原料に添加材として軽量化材を添加混合するか；あるいは前記固化材添加工程における管路型ミキサーの別の添加材供給口から軽量化材を供給し、前記固化材を添加した流動性原料に軽量化材を添加混合するように構成した、

たことを特徴とする軽量固化材料の製造装置。

【請求項 4】 第 1 流動材料が圧送供給される上流側供給部および混合物が排出される下流側排出部を有する混合管路と、

混合管路内に同軸的に軸支された軸部材と、

軸部材の外面に、上流側から順に並設されたスクリー羽根および攪拌翼と、

軸部材の回転駆動手段と、

前記軸部材における攪拌翼と対応する部位に設けられた、第 2 流動材料の供給口と、を備えた管路型ミキサー装置であって、

混合管路内に供給される第 1 流動材料を、回転駆動されるスクリー羽根により整流した後、この第 1 流動材料に前記軸部材の供給口から第 2 流動材料を供給し、これら第 1 流動材料と第 2 流動材料とを回転駆動される攪拌翼により攪拌混合し、この攪拌混合物を前記排出部を介して排出するように構成した、

ことを特徴とする管路型ミキサー装置。

【請求項 5】前記スクリー羽根による単位時間あたりの整流可能量が、第 1 流動材料の単位時間あたりの供給量以上となるように構成された、請求項 4 記載の管路型ミキサー装置。

【請求項 6】第 1 流動材料が非圧送状態で供給される上流側供給部および混合物が排出される下流側排出部を有する混合管路と、

混合管路内に同軸的に軸支された軸部材と、

軸部材の外面に、上流側から順に並設されたスクリー羽根および攪拌翼と、

軸部材の回転駆動手段と、

前記軸部材における攪拌翼と対応する部位に設けられた、第 2 流動材料の供給口と、を備えた管路型ミキサー装置であって、

前記スクリー羽根は、その押し出し作用によって前記混合管路内に供給される第 1 流動材料を前記排出部へ移送し排出するものであり、

スクリー羽根による単位時間あたりの押出量が、第 1 流動材料の単位時間あたりの供給量以上となるように構成された、請求項 4 記載の管路型ミキサー装置

。

【請求項 7】前記軸部材における前記上流側供給部と対応する部位に、第 1 流動材料の供給口を設けた、請求項 4～6 のいずれか 1 項に記載の管路型ミキサー装置。

【請求項 8】前記混合管路の上流側供給部に対してホッパを連結し、このホッパ内に貯留された第 1 流動材料を定量フィーダにより切り出して前記上流側供給部に供給するように構成した、請求項 6 記載の管路型ミキサー装置。

【請求項 9】前記混合管路は、前記攪拌翼の下流側の一部または全部が、前記スクリー羽根および攪拌翼と対応する部分よりも上側に位置するように構成されており、それによって少なくともスクリー羽根の下流側部分に、第 1 流動材料、第 2 流動材料およびその混合物が常時充満するように構成されている、請求項 4～8 のいずれか 1 項に記載の管路型ミキサー装置。

【請求項 10】前記軸部材における攪拌翼の下流側に、混合物の前記下流側排出部への送り出しを促進するブーストスクリー羽根を設けた、請求項 4 記載の管路型ミキサー装置。



【請求項 1 1】前記軸部材における第 2 流動材料供給口の軸部材回転方向の前側にカバー部材が設けられ、このカバー部材が軸部材に伴って回転し攪拌物が押しのけられることにより第 2 流動材料供給口位置に第 2 流動材料の供給スペースが形成されるように構成されている、請求項 4～1 0 のいずれか 1 項に記載の管路型ミキサー装置。

【請求項 1 2】前記攪拌翼として、攪拌作用および混合対象移送作用を有する複機能翼と攪拌作用のみ有する単機能翼とを有し、これらが前記軸部材を中心とした螺旋方向に沿って、複機能翼一枚または二枚おきに単機能翼一枚が介在する交互配置で設けられている、請求項 4～1 1 のいずれか 1 項に記載の管路型ミキサー。

【請求項 1 3】前記攪拌翼は細長平板状をなし、前記軸部材を中心とした螺旋方向に沿って、90度または60度の位相間隔をもって複数配置されているものである、請求項 4～1 2 のいずれか 1 項に記載の管路型ミキサー。

【請求項 1 4】前記スクリー羽根は、巻き数が1～3、ピッチが前記混合管の直径の0.4～0.8倍となるように形成されており、

前記攪拌翼は前記軸部材を中心とした螺旋方向に沿って、1ピッチあたり4～6枚となる間隔をもって、5～15ピッチ配置されており、

前記スクリー羽根および攪拌翼の径を $d$ としたとき、装置駆動時における前記軸部材の回転数が $150 \sim 200 / \pi d$  (rpm)であり、

装置駆動時における混合管路内の材料流速 $v$ が $10 \sim 50 \text{ m/min}$ である、  
請求項 4～1 3 のいずれか 1 項に記載の管路型ミキサー。

【請求項 1 5】粉粒体と液体とを混合して固化材を製造し、これを外部に供給する装置であって、

粉粒体を落下供給する手段と、

落下する粉粒体に対してその周囲から粉粒体を挟み込む若しくは絞り込むように液体を滝状に供給し、粉粒体と液体とを合流させる手段と、

合流した粉粒体と液体とを攪拌混合する攪拌混合手段と、

を備えたことを特徴とする固化材供給装置。

【請求項 1 6】粉粒体と液体とを混合して固化材を製造し、これを外部に供

給する装置であって、

粉粒体を落下供給する手段と、

液体を旋回降下させつつその旋回部内に粉粒体を落下させて、粉粒体と液体とを合流させる手段と、

合流した粉粒体と液体とを攪拌混合する攪拌混合手段と、

を備えたことを特徴とする固化材供給装置。

【請求項 17】 水分及び固形分を含む流動性材料が投入される比重調整槽と

前記比重調整槽内の流動性材料の体積を計測する体積計測手段と、前記比重調整槽内の流動性材料の重量を計測する重量計測手段と、これらの計測結果に基づいて比重を求める比重計測手段と、

前記比重計測手段の計測結果に応じて、前記比重調整槽内の流動性材料が所定の比重となるように、前記比重調整槽内への加水を行う加水手段と、

前記比重計測手段の計測結果に応じて、前記比重調整槽内の流動性材料が所定の比重となるように、比重調整槽内からの水分の排出を行う排水手段と、

を備えたことを特徴とする、比重調整装置。

【請求項 18】 前記排水手段は、前記比重調整槽内に貯留された流動性材料の上澄み水を吸引排出するように構成されたものである、請求項 17 記載の比重調整装置。

【請求項 19】 前記排水手段は、前記比重調整槽内に貯留された流動性材料の水分をろ過材を介して吸引排水するように構成されたものである、請求項 17 または 18 記載の比重調整装置。

【請求項 20】 前記比重調整された流動性材料を、攪拌混合する攪拌混合手段と、攪拌混合した流動性材料を外部に送り出す送出手段とを備えた、請求項 17～19 のいずれか 1 項に記載の比重調整装置。

【要約書】

【要約】

【課題】 含水流動性廃棄物などの再利用に有効な技術を提供する。

【解決手段】 流動性原料を、比重調整装置 1 で水分の追加または除去により比重調整し、次いで第 1 の管路型ミキサー 4 により固化材を添加混合し、次いで第 2 の管路型ミキサー 5 により軽量化材料を添加混合することで、水分及び固形分を含む流動性原料を仕向け先へ移送しながら軽量固化材料へ変化させる。

【選択図】 図 1